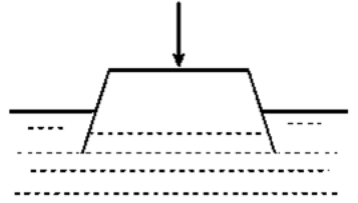


1. 下列说法正确的是

- A. 电子的发现说明原子不是组成物质的最小微粒
- B. α 粒子散射实验表明原子核的核子之间存在核力
- C. β 衰变放出的电子是原子的最外层电子吸收能量之后放出来的
- D. 核反应前后电荷数守恒但质量数不守恒

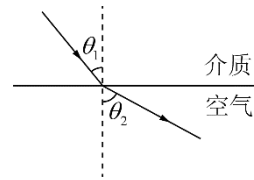
2. 小明观看了一段视频：落水者用双手环抱倒扣的塑料盆，将盆口压入水中实现自救，如图所示。若盆中空气可视为质量一定的理想气体，且温度保持不变，则在盆被下压的过程中盆中气体



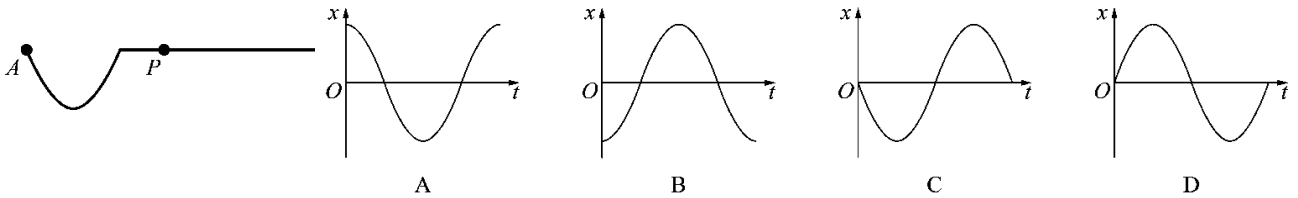
- A. 对外做功
- B. 压强增大
- C. 从外界吸收热量
- D. 分子平均动能增加

3. 一束单色光从某种均匀介质射入空气中时，入射角为 θ_1 ，折射角为 θ_2 ，折射光路如图所示。下列说法正确的是

- A. 此介质的折射率为 $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$
- B. 光在介质中的速度与光在空气中速度的比值为 $\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1}$
- C. 当入射角减小时，光在介质中的波长也随之减小
- D. 当入射角减小时，折射角也随之减小，但折射率不变

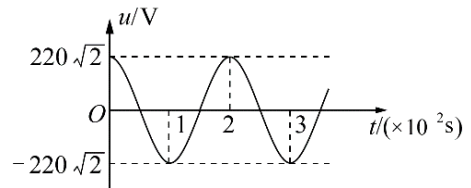


4. 振源 A 带动水平细绳上下振动，某时刻在绳上形成如图所示的横波波形。规定绳上各质点向上运动的方向为位移 x 的正方向。从波传播到细绳上的 P 点开始计时，下列图中能表示 P 点振动图像的是

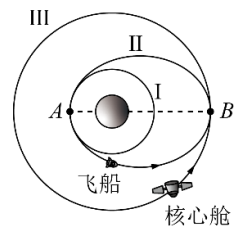


5. 一理想变压器原、副线圈的匝数比为 $11:5$ ，原线圈与正弦交流电源连接，其输入电压 u 随时间 t 的变化如图所示。若副线圈仅接入一个 10Ω 的电阻，则

- A. 输入电压 $u = 220\sqrt{2} \cos 50\pi t \text{ V}$
- B. 流过电阻的电流是 22 A
- C. 流过电阻的电流方向每秒钟改变 50 次
- D. 经过 1 min 电阻产生的热量是 $6.0 \times 10^4 \text{ J}$



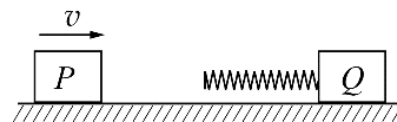
6. 2025 年 10 月，神舟二十一号载人飞船成功发射，历时 3.5 小时完成与天和核心舱的对接，实现了最快对接记录。飞船变轨前绕地稳定运行在圆形轨道 I 上，飞船的转移轨道为椭圆轨道 II，核心舱稳定运行在圆形轨道 III 上。轨道 I 和 II、II 和 III 分别相切于 A 、 B 两点。则飞船在轨道 II 上运行时



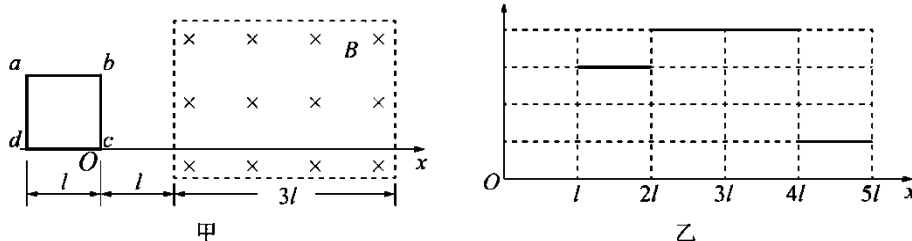
- A. 在 A 点的加速度小于核心舱在轨道 III 上 B 点的加速度
- B. 在 A 点的速度大于核心舱在轨道 III 上 B 点的速度
- C. 由 A 向 B 运行的过程中机械能逐渐增大
- D. 由 A 向 B 运行的过程中宇航员先超重后失重

7. 如图所示，光滑水平地面上，一质量为 m 的物体 P 以速度 v 向右运动，物体 Q 静止且左端固定一轻弹簧。 P 撞上弹簧后，弹簧被压缩至最短时

- A. P 、 Q 系统总动量大小为 mv B. P 的动量变为 0
 C. Q 的动量达到最大值 D. 弹簧的弹性势能一定为 $\frac{1}{4}mv^2$

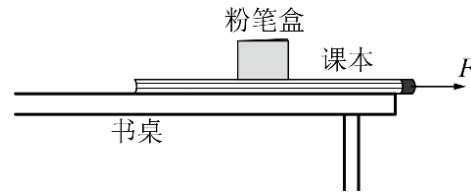


8. 如图甲所示，边长为 l 的正方形导线框 $abcd$ ，以恒定速度沿 x 轴向右运动，穿过图中所示的匀强磁场区域。从导线框在图示位置的时刻开始计时，则乙图的纵轴对应的物理量为导线框



- A. 所包围面积的磁通量 B. b 、 c 两点的电势差 U_{bc}
 C. bc 边所受安培力大小 D. 所受外力的功率

9. 老师在课堂上做了一个如图所示的实验：把粉笔盒静置于水平桌面上的课本上，用水平向右的恒力 F 将课本迅速抽出，粉笔盒移动较小的距离。若粉笔盒和课本的质量均为 m ，各接触面间的动摩擦因数均为 μ ，抽出课本的过程历时 t 。最大静摩擦力可视为等于滑动摩擦力，重力加速度为 g 。在此过程中，下列说法正确的是



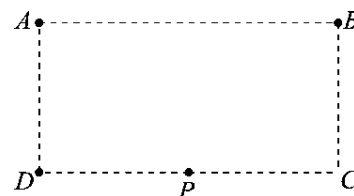
- A. 课本受到 5 个力作用 B. 课本受到的摩擦力大小为 $2\mu mg$
 C. F 大于 $4\mu mg$ 才可能将课本从粉笔盒下抽出 D. 粉笔盒最终将停留在初始位置右侧 $\frac{1}{2}\mu g t^2$ 处

10. 如图所示，小明同学用一个悬挂的强磁铁和一块铜片演示了一个神奇的实验，当磁铁从左侧某一高度处由静止释放摆至右侧最高位置的过程中，其下方放在圆珠笔芯上的铜片发生了运动（此过程铜片始终未脱离笔芯）。在此过程中，磁铁重力做功为 W_G ，磁铁克服磁场力做功为 W_1 ，磁场力对铜片做功为 W_2 ，铜片获得的动能为 E_k ，铜片上产生的电热为 Q 。不计磁铁产生的电热，忽略空气阻力以及铜片在笔芯上所受的摩擦力，不计地磁场影响。则



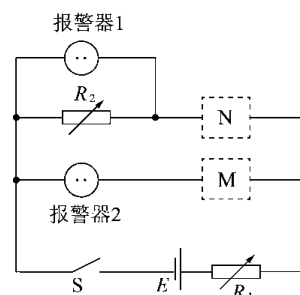
- A. $W_G > W_1$ B. $W_2 = E_k$ C. $W_1 = W_2$ D. $W_G = W_1 + E_k + Q$

11. 如图所示的矩形区域 $ABCD$ 内分布有平行于 AD 方向的匀强电场， $AB=2BC$ ， P 为 CD 中点。质量相同的带电粒子 a 、 b 分别从 A 点和 D 点平行于 AB 同时进入电场，并同时到达 P 、 B 点，二者的运动轨迹交于 O 点（图中未标出）。忽略粒子所受重力和粒子间的相互作用。则带电粒子 a 、 b



- A. 具有不同的比荷 B. 电势能均随时间逐渐增大
 C. 到达 O 点所用的时间之比为 1:2 D. 到达 P 、 B 点时的动能之比为 5:8

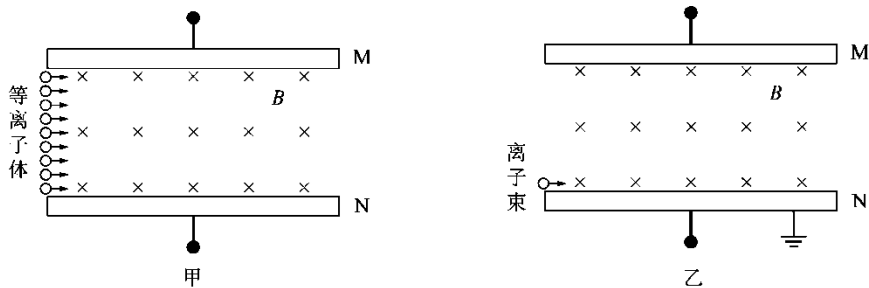
12. 如图所示为某环境监控电路简图， R_1 、 R_2 均为可变电阻， M 、 N 两元件中有一个是光敏电阻，另一个是热敏电阻。已知热敏电阻阻值随温度升高而减小，光敏电阻阻值随光照增强而减小。忽略光照对环境温度的影响。报警器 1 两端电压大于某值时报警，报警器 2 上通过的电流大于某值时报警。闭合开关后，两报警器 1、2 均未报警。不计报警器对电路的影响。下列说法正确的是



- A. 仅温度升高，若只有报警器 1 报警，则 M 为热敏电阻
 B. 仅光照增强，若只有报警器 2 报警，则 N 为光敏电阻

- C. 仅增大 R_1 的阻值, 报警器 1、2 可能都报警
 D. 仅增大 R_2 的阻值, 报警器 1、2 可能都报警

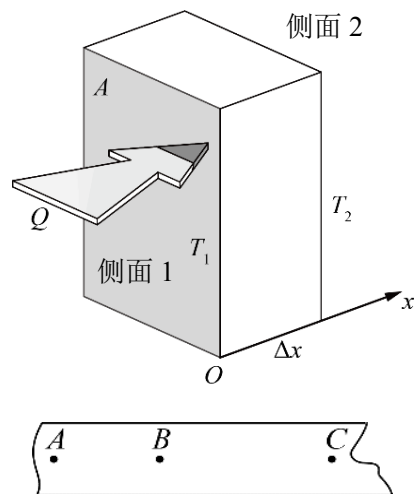
13. 一种磁流体发电装置如图甲所示。间距为 d 的平行金属板 M、N 之间充满垂直于纸面向里的匀强磁场, 磁感应强度为 B 。等离子体 (高温下电离的气体, 含有大量正、负带电粒子) 以速度 v 沿垂直于磁场的方向射入磁场, M、N 两板间便产生电压。某同学设想了另一种方案: 如图乙所示, 一细束质量为 m 、电荷量为 q 的带正电的离子束以相同的速度 v 紧临下极板 N 射入磁场 (N 板接地), M、N 两板间也同样能够产生电压。已知 $d < \frac{2mv}{qB}$, 不计粒子重力。下列说法正确的是



- A. 图甲中 M 板是电源的负极
 B. 图甲中 M、N 板间的最大电压大于 Bdv
 C. 图乙中 M、N 板间的最大电压为 $Bd(v - \frac{qBd}{2m})$
 D. 图甲与图乙中 M、N 板间的最大电压均为 Bdv

14. “谁将春晚作冬看, 添着绵衣减却难。”人们一年四季穿着的变化与热传递过程密切相关。热传递是一种热能的转移过程, 与自然界中其他转移过程 (如电荷量的转移) 有类似之处, 它们的共性可归结为“过程中单位时间的转移量 = $\frac{\text{过程的动力量}}{\text{过程的阻力量}}$ ”, 在电学中体现为欧姆定律, 即 $I = \frac{U}{R}$, 在热能的转移过程中, 动力量表现为温度差, 与电阻对应的物理量称为热阻。

如图所示, 某长方体导热板, 侧面 1、2 的面积均为 A , 温度分别为 T_1 、 T_2 。坐标轴 x 与侧面垂直, 坐标原点在侧面 1 上, 导热板各处的温度 T 仅随 x 线性变化。科学家发现单位时间从侧面 1 传递到侧面 2 的热量 $Q = A \frac{\lambda}{\Delta x} (T_1 - T_2)$, 其中 λ 是常量, 仅与导热材料有关, Δx 为两侧面的间距。下列说法错误的是



- A. 该导热物体的热阻为 $\frac{\Delta x}{\lambda A}$
 B. λ 的单位可表示为 $\text{kg} \cdot \text{m} / (\text{K} \cdot \text{s}^2)$
 C. 热量先后通过多层不同材料的总热阻等于各层热阻之和
 D. 在导热板垂直于 x 轴的任意截面上, 单位时间传递的热量都相等

15. (8 分)

(1) 在“探究加速度与力的关系”的实验中, 打出的一条纸带如图 1 所示, A、B、C 为依次选取的三个计数点, 相邻计数点间的时间间隔为 T , 则小车的加速度 $a = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

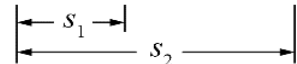


图 1

(2) “用双缝干涉测量光的波长”的实验中, 在测量相邻两条亮条纹的间距时, 先将测量头的分划板中心刻线与某亮条纹中心对齐, 将该条纹定为第 1 亮条纹, 读数记为 x_1 ; 然后转动手轮, 使分划板中心刻线与第 6 亮条纹中心对齐, 此时手轮上的示数如图 2 所示, 读数记为 x_2 , 则 $x_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}$ 。若已知双缝间的距离为 d , 双缝到光屏间的距离为 L , 由此计算光的波长表达式为 $\lambda = \underline{\hspace{2cm}}$ (用题中字母表示)。

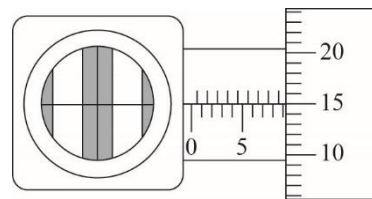


图 2

(3) 某同学用图 3 所示装置探究气体等温变化的规律，该同学在不同环境温度下对同一封闭气体进行了两组实验，得到的 $p-V$ 图像如图 4 所示。由图可知两组实验气体的温度大小关系为 T_1 _____ T_2 (选填“<”“=”或“>”)。

另一位同学用传感器进行该实验，实验装置如图 5 所示。注射器内密封一段气体 (气密性良好)，通过塑料管与气体压强传感器连接。然后缓慢移动柱塞确保温度不变，记录注射器的刻度值得到空气柱的体积 V ，由计算机得到对应的气体压强值 p 。重复该过程，获得多组数据并进行数据处理。该方案系统误差的主要来源为_____。

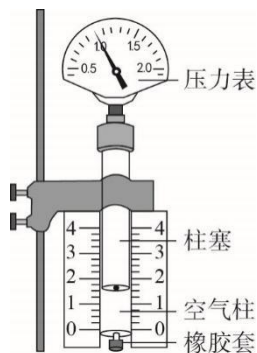


图 3

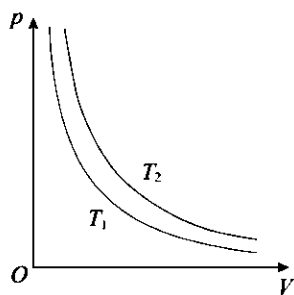


图 4

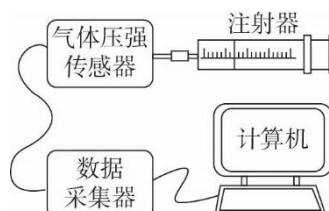


图 5

16. (10分) 某小组测量一段金属丝的电阻率。

(1) 先用多用电表“ $\times 1$ ”挡粗测某金属丝的电阻，表针位置如图 1 所示，可知金属丝的电阻 $R_x =$ _____ Ω 。

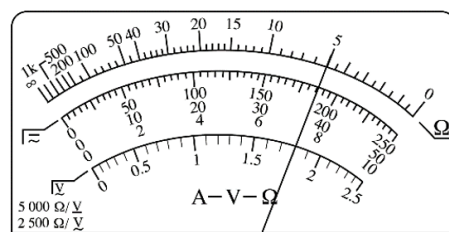


图 1

(2) 再用伏安法测金属丝的电阻 R_x 。实验所用器材除电池组 (电动势 3V，内阻约 1Ω)、滑动变阻器 ($0\sim 20\Omega$ ，额定电流 2A)、开关及导线若干外，下列器材中电流表应选用_____，电压表应选用_____。(填写选项前的字母)

- A. 电流表 ($0\sim 0.6A$ ，内阻约 10Ω) B. 电流表 ($0\sim 1mA$ ，内阻约 20Ω)
 C. 电压表 ($0\sim 3V$ ，内阻约 $3k\Omega$) D. 电压表 ($0\sim 15V$ ，内阻约 $15k\Omega$)

(3) 该小组完成上述实验后，对一种导电硅胶条的电阻率感兴趣，他们取两条材质完全相同的导电胶条，规格如下：

导电胶条 A：长 350mm、宽 10mm、厚 4mm

导电胶条 B：长 350mm、宽 40mm、厚 4mm

a. 该小组首先用多用电表粗测两胶条电阻，阻值均为几千欧左右。选用 (2) 中合适的器材，为尽可能准确测量导电胶条的电阻率，请在图 2 中用笔代替导线完成电路器材连接。

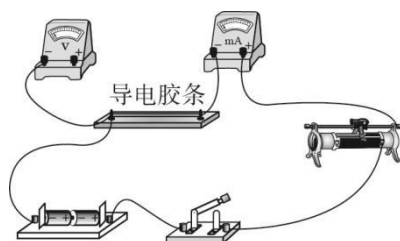


图 2

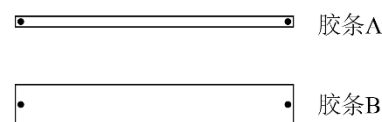


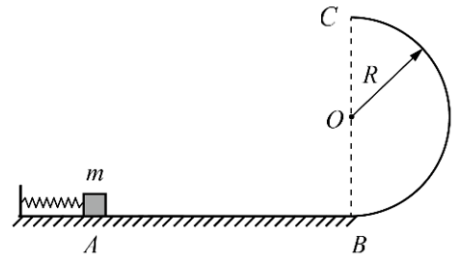
图 3

b. 该小组在导电胶条两端安装小圆柱电极并接入电路，如图 3 所示。测量两电极间的距离作为有效长度 L ，测量胶条宽度和厚度以二者乘积作为横截面积 S 。通过计算发现，胶条 B 的电阻率测量值 ρ_B 比胶条 A 的电阻率测量值 ρ_A 要大些，多次测量结果均如此。请从恒定电场与静电场的相似性出发，建构合适的模型解释其原因。

17. (9分)

如图所示，光滑水平面与竖直面内的粗糙半圆形导轨在 B 点相切，导轨半径为 $R=0.4\text{m}$ 。一质量为 $m=1\text{kg}$ 的物体（可视为质点）将弹簧压缩至 A 点后由静止释放，在弹力作用下物体获得某一速度后脱离弹簧，之后沿半圆形导轨恰好运动至最高点 C ，该过程损失的机械能为 $\Delta E=8\text{J}$ ，重力加速度取 $g=10\text{m/s}^2$ 。不计空气阻力影响。求：

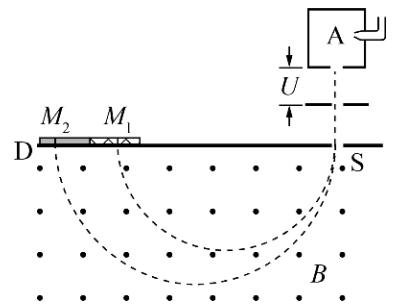
- (1) 物体在 C 点的速度大小 v_C ；
- (2) 弹簧最初压缩时储存的弹性势能 E_p ；
- (3) 物体离开 C 点后落地点距离 C 点的水平位移大小 x 。



18. (9分)

如图为早期设计的质谱仪原理简图。电荷量为 q 的粒子，从容器 A 下方的小孔飘入电势差为 U 的加速电场，其初速度可视为 0 ，之后从小孔 S 沿垂直于磁场的方向进入磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中，旋转半周后打到照相底片 D 上的 M_1 刻线处。不计粒子重力。

- (1) 求该粒子进入磁场时的动能 E_k ；
- (2) 若测得 M_1 与小孔 S 的间距为 L ，求该粒子的质量 m ；
- (3) 若底片的右半部损坏，为使该粒子能打在左半部的刻线 M_2 处，可以仅调节加速电压来实现。已知 M_2 与小孔 S 的间距为 nL 。求调节后的加速电压大小 U' ；并说明还可以通过什么方法使该粒子能打在 M_2 处。



19. (10分)

物理图像是形象的思维工具。图像所包围的“面积”往往有特定的物理含义。

(1) 图 1 中的甲图为某球形金属电极静电除尘器的主体部分，表面均匀分布着正电荷，其半径为 R ，在空间各点产生球对称的电场。场强大小 E 与该点到球心距离 r 的变化图像如图 1 中的乙图所示。已知 $E-r$ 曲线下 $R \sim 2R$ 部分的面积为 S 。若电荷量为 $-q$ 的尘埃微粒从距球心 $2R$ 处被吸附至球壳表面，求此过程尘埃微粒电势能的变化量 ΔE_p ；

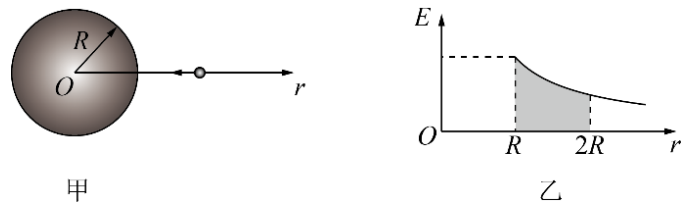


图 1

(2) 图 2 中甲图为某发电机的简化模型。质量为 m 的导体棒在水平驱动力 F 的作用下，以恒定加速度 a 从静止开始沿光滑水平导轨向右运动。定值电阻阻值为 R ，忽略其余电阻。磁感应强度大小为 B ，磁场方向垂直于导轨平面。导轨间距为 L 。

- a. 写出驱动力 F 与运动时间 t 的关系式；
- b. 在图 2 乙给出的坐标系中定性画出驱动力 F 大小随运动时间 t 的变化图像，并结合图像求出 $0 \sim t_0$ 时间内 F 的冲量大小 I 。

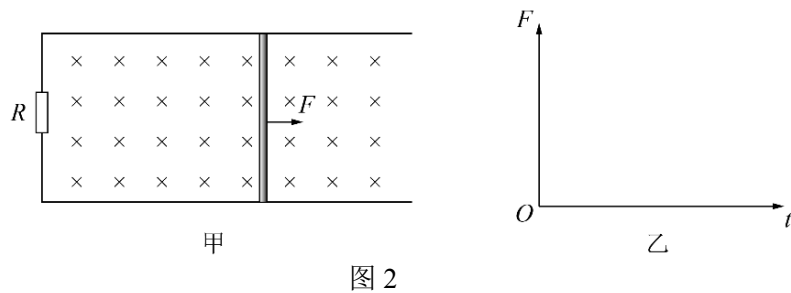


图 2

(3) 如图 3 所示, y 随 t 按照正弦规律变化, 其中 Y_m 、 t_0 均为已知量。为得到 $0 \sim 2t_0$ 内的阴影面积, 除利用函数微积分方法外, 请你展开想象的翅膀借助物理量间的内在关联, 构建物理模型, 求此阴影面积 A 。

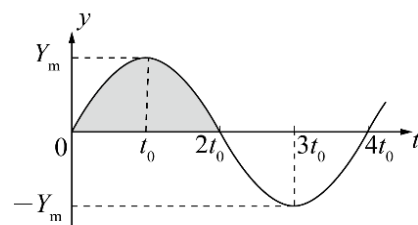


图 3

20. (12 分)

篮球运动是中学生喜爱的运动之一, 其技术动作蕴含着丰富的物理学原理。已知篮球质量为 m , 重力加速度为 g , 篮球可视为质点, 不计空气阻力。

(1) 空中投篮: 如图 1 所示, 运动员在空中一个漂亮的投篮, 篮球以与水平面成 45° 的倾角准确落入篮筐。已知投球点和篮筐正好在同一水平面上, 设投球点到篮筐的距离为 x , 求篮球出手时的速度大小 v 。

(2) 原地拍球: 如图 2 所示, 实际拍球过程中, 为使篮球每次都达到相同的最大高度 h , 运动员通常在篮球上升到某高度时, 手就会接触篮球并对球施加一个向下的阻力 F_1 , 球和手一起上升距离 s 后到达最高点, 紧接着手对球施加向下的动力 F_2 , 下降距离 s 后, 手与篮球分开。手对球的两次作用力均视为恒力。球与地面碰撞时存在机械能损失, 请通过计算推证 $F_2 > F_1$ 。

(3) 转身运球: 如图 3 甲所示, 为运动员拉球转身的一瞬间。可将转身运球的过程理想化为如图 3 乙所示的模型, 薄长方体代表手掌, 转身时球紧贴竖立的手掌, 篮球绕着转轴 (左脚所在竖直线) 在水平面内做圆周运动。在转身快要结束时, 篮球有一段速率随时间均匀减小的运动过程, 直到篮球刚好滑离手掌。已知篮球刚开始减速时的初速度为 v_0 , 减速过程中沿圆周轨迹切线方向的加速度大小为 $\frac{4}{3}g$ 。假设手掌和球之间的动摩擦因数为 μ , 手掌到转轴的距离为 r 。最大静摩擦力可视为等于滑动摩擦力。求:

- a. 篮球减速过程中手掌对篮球的摩擦力大小 f ;
- b. 篮球从开始减速到刚好滑离手掌的过程中所运动的路程 L 。



图 1

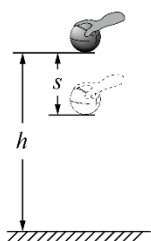
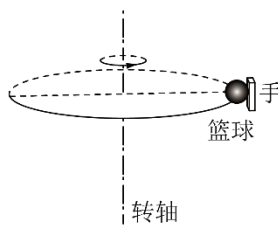


图 2



甲



乙

图 3

本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
答案	A	B	D	C	D	B	A	B	C	B	D	D	C	B

本部分共 6 题，共 58 分。

15. (8 分)

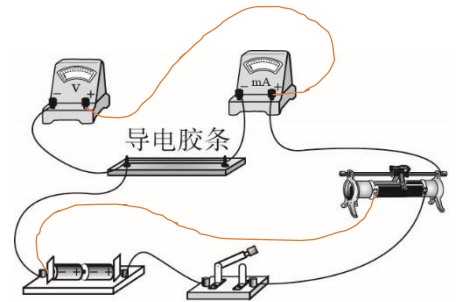
(1) $\frac{s_2 - 2s_1}{T^2}$ (2 分) (2) 9.150; $\frac{(x_2 - x_1)d}{5L}$ (4 分)

(3) $<$; 空气柱体积未包含塑料管内的气体体积 (2 分)

16. (10 分)

(1) 5 (2 分) (2) A; C (2 分)

(3) a. 如图所示 (2 分)



b. 因圆柱电极较小、胶条有一定宽度，两极间的恒定电场类似等量异种电荷间的静电场，两极间的电流流过的实际长度比胶条的长度大，实际横截面积比胶条的横截面积小，致使实验的测量值 L 均偏小、 S 均偏大，由 $\rho = \frac{R_x S}{L}$ 可得测量值 ρ 均偏大。因胶条 B 比胶条 A 宽度大，影响更大，所以 $\rho_B > \rho_A$ 。 (4 分)

17. (9 分)

解：(1) 物体运动至 C 点时，轨道对其支持力为零，根据牛顿第二定律有 $mg = m \frac{v_c^2}{R}$ 得 $v_c = 2\text{m/s}$ (3 分)

(2) 根据能量守恒定律有 $E_p = \frac{1}{2}mv_c^2 + 2mgR + \Delta E$ 得 $E_p = 18\text{J}$ (3 分)

(3) 物体离开 C 点后做平抛运动，设运动时间为 t ，则竖直方向 $2R = \frac{1}{2}gt^2$

水平方向 $x = v_c t$ 得 $x = 0.8\text{m}$ (3 分)

18. (9 分)

(1) 根据动能定理，有 $qU = E_k - 0$ 有 $E_k = qU$ (2 分)

(2) 粒子在磁场中运动时，洛伦兹力提供向心力，根据牛顿运动定律有 $qvB = \frac{mv^2}{R}$

其中 $R = \frac{L}{2}$ 结合 (1) 问的结果 $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = qU$ 得 $m = \frac{qL^2 B^2}{8U}$ (4 分)

(3) 由 (2) 问结果可得 $U \propto L^2$ ，因此 $U' = n^2 U$

还可以仅改变磁感应强度的大小，使其变为原来的 $\frac{1}{n}$ 即可。 (3 分)

19. (10 分)

(1) 图中面积为球壳表面与 $2R$ 处的电势差，根据功能关系有 $\Delta E_p = -qS$ (2 分)

(2) a. 导体棒速度为 v 时，产生的电动势为 $E = BLv$ 其中 $v = at$

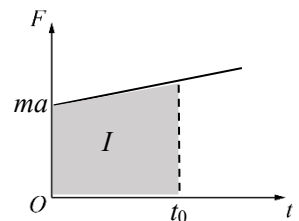
回路的电流 $i = \frac{BLv}{R}$ 根据牛顿第二定律有 $F - BiL = ma$

得 $F = ma + \frac{B^2 L^2}{R} at$ (3 分)

b. 由上式可知， F 随 t 的变化为线性图线，如图所示。

$0 \sim t_0$ 时间内 F 的冲量大小即为图中阴影部分的面积，可得

$$I = mat_0 + \frac{B^2 L^2}{2R} at_0^2 \quad (2 \text{ 分})$$



(3) 设 $0 \sim 2t_0$ 内 $y-t$ 图像的平均值为 \bar{Y} ，则面积 $A = \bar{Y} \cdot 2t_0$ 。可建构下列不同的物理模型，求出 $0 \sim 2t_0$ 内 $y-t$ 图像的平均值 \bar{Y} 与最大值 Y_m 之间满足关系。

方法一：将 y 想象成正弦交变电流 i ，图中阴影面积代表半周期内电路通过的电量 q 。建立模型如下：

- ①在匀强磁场 B 中有一 N 匝线圈，面积为 S ，电阻为 R
- ②线圈的转动轴垂直于磁场
- ③线圈以角速度 $\omega = \frac{2\pi}{4t_0} = \frac{\pi}{2t_0}$ 转动， $t=0$ 时线圈与磁场垂直

在上述模型条件下，线圈中的电流的最大值为 $I_m = \frac{NBS\omega}{R}$

半周期内电路中通过的电量为 $q = \bar{I}t = \frac{\bar{E}}{R}t = \frac{2NBS}{R}$

半周期内电路中电流的平均值 $\bar{I} = \frac{q}{2t_0} = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{NBS\omega}{R} = \frac{2}{\pi} I_m$

类比可知， $y-t$ 图像的面积 $A = \frac{2}{\pi} Y_m \cdot 2t_0 = \frac{4Y_m t_0}{\pi}$ (3分)

方法二：将 y 想象成匀速圆周运动在 x 方向的分速度 v_x ，图中阴影面积代表半周期内质点在该方向通过的位移大小 x 。建立模型如下：

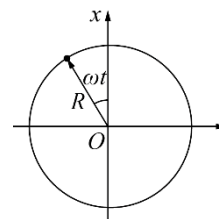
- ①质点在平面内做半径为 R 的匀速圆周运动，角速度为 $\omega = \frac{2\pi}{4t_0} = \frac{\pi}{2t_0}$

② $t=0$ 时质点位于 x 轴上，其线速度与 x 轴垂直
质点沿该方向的最大速度 $v_m = \omega R$

质点转动半周期在该方向上通过的距离 $x = 2R$

在该方向的平均速度为 $\bar{v} = \frac{x}{2t_0} = \frac{2}{\pi} \cdot \omega R = \frac{2}{\pi} v_m$

类比可知， $y-t$ 图像的面积 $A = \frac{2}{\pi} Y_m \cdot 2t_0 = \frac{4Y_m t_0}{\pi}$ (4分)



方法三：将物理量 y 想象成单摆做简谐运动时摆球的速度 v ，则图中阴影面积表示半周期内摆球通过的路程 x 。建立模型如下：

- ①摆长为 L 的单摆， $t=0$ 时质点从细线偏离竖直很小的 θ 角处由静止释放
- ②摆球仅在细线拉力和重力作用下运动

单摆从最高点摆至最低点，根据动能定理有 $mgL(1 - \cos\theta) = \frac{1}{2}mv_m^2$

得 $v_m = \sqrt{2gL(1 - \cos\theta)} = 2\sin\frac{\theta}{2}\sqrt{gL} \approx \theta\sqrt{gL}$

小球从静止开始摆动半个周期过程内的位移 $x \approx 2L\theta$ ，运动时间 $t = \frac{T}{2} = \pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

可得小球的平均速度为 $\bar{v} = \frac{x}{t} = \frac{2}{\pi} \cdot \theta\sqrt{gL} = \frac{2}{\pi} v_m$

类比可知， $y-t$ 图像的面积 $A = \frac{2}{\pi} Y_m \cdot 2t_0 = \frac{4Y_m t_0}{\pi}$ (4分)

方法四：将物理量 y 想象成单摆做简谐运动过程中受到的回复力 F ，则图中阴影面积表示半周期内摆球受到的回复力的冲量 I 。建立模型如下：

①摆长为 L 的单摆, $t=0$ 时质点从平衡位置开始摆动, 最大摆角 θ 很小

②摆球仅在细线拉力和重力作用下运动

单摆在摆动过程中受到的最大回复力 $F_m = mg \sin \theta = mg\theta$

单摆从最高点摆至最低点, 根据动能定理 $mgL(1 - \cos \theta) = \frac{1}{2}mv_m^2$

得 $v_m = \sqrt{2gL(1 - \cos \theta)} = 2 \sin \frac{\theta}{2} \sqrt{gL} \approx \theta \sqrt{gL}$ 运动时间 $t = \frac{T}{2} = \pi \sqrt{\frac{L}{g}}$

根据动量定理 $\bar{F} = \frac{I}{t} = \frac{2mv_m}{t} = \frac{2}{\pi} \cdot mg\theta = \frac{2}{\pi} F_m$

类比可知, $y-t$ 图像的面积 $A = \frac{2}{\pi} Y_m \cdot 2t_0 = \frac{4Y_m t_0}{\pi}$ (4分)

20. (12分)

解: (1) 设在空中运动的时间为 t ,

竖直方向有 $-v \sin 45^\circ = v \sin 45^\circ - gt$ 水平方向有 $x = vt \cos 45^\circ$

得 $v = \sqrt{gx}$ (3分)

(2) 设篮球在与地面碰撞前、后瞬间的动能分别为 E_{k1} 、 E_{k2} ,

篮球上升过程, 根据动能定理有 $-F_1 s - mgh = 0 - E_{k2}$

篮球下降过程, 根据动能定理有 $F_2 s + mgh = E_{k1} - 0$

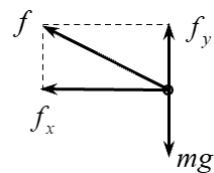
由于碰撞中有能量损失, 则 $E_{k1} > E_{k2}$

得 $F_2 > F_1$ (3分)

(3) a. 篮球减速过程在竖直面内的受力分析如图所示, 根据牛顿第二定律有

竖直方向 $f_y = mg$ 沿运动方向 $f_x = ma = \frac{4}{3}mg$

又 $f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$ 得 $f = \frac{5}{3}mg$ (3分)



b. 在水平面内, 根据牛顿第二定律有 $N = m \frac{v^2}{r}$

由上式可知, 随着篮球速度减小, 受到手掌的弹力减小, 最大静摩擦力也会随之减小, 当篮球恰好滑离手掌时, 最大静摩擦力恰好减小至 f , 此时 $f = \mu N$

篮球减速过程, 类比匀变速直线运动有 $L = \frac{v_0^2 - v^2}{2a}$ 得 $L = \frac{3v_0^2}{8g} - \frac{5r}{8\mu}$ (3分)

全卷评分说明: 用其他方法解答正确, 给相应分数。